

KAUGSEIRE – KUIDAS KOGUTAKSE METSAAANDMEID?



Euroopa Maaelu Arengu
Põllumajandusfond:
Euroopa investeeringud
maapiirkondadesse

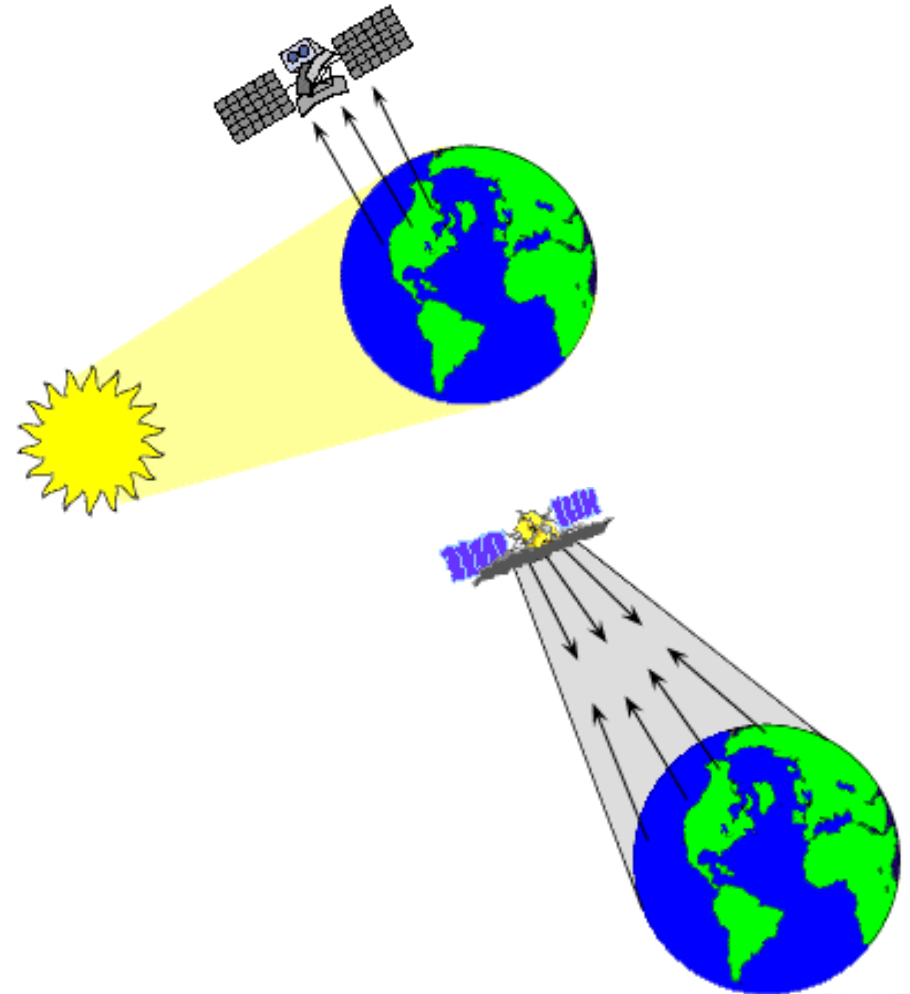
Tauri Arumäe
RMK kaugseire osakonna juhataja
EMÜ külalisteadur

KAUGSEIRE

Kaugseire on eemal asuvate objektide kohta informatsiooni hankimine mittekontaktsete meetoditega

Kõige sagedamini nimetatakse kaugseireks **lennukitelt** või **satelliitidelt** tehtavaid mõõtmisi, mille mõõdetavad objektid asuvad Maal

Eristatakse **passiivset** ja **aktiivset** kaugseiret

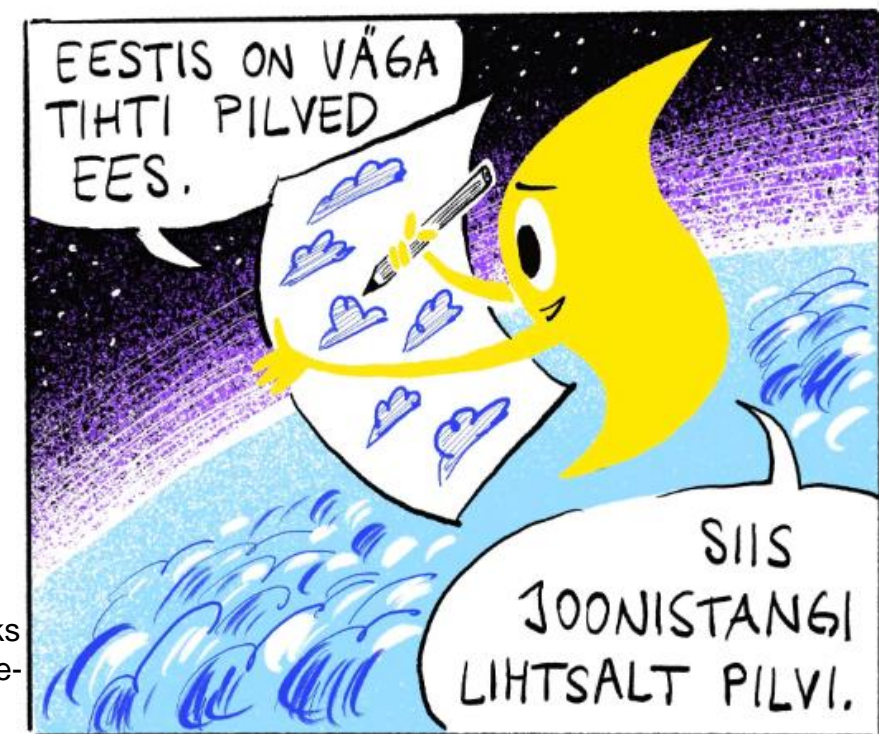


KAUGSEIRE

Mida **kaugemalt** vaatad, seda „hägusem“ on pilt, kuid seda kiiremalt ja „**odavamalt**“ katad suuri alasid – näiteks satelliidid

Mida lähemalt vaatad, seda teravam on pilt, kuid kaetav ala on väike ja lennukulu suur – lennukid, droonid

Satelliidifotode suurim puudus on **pilved**



PILVEPROBLEEM

11.09.2023

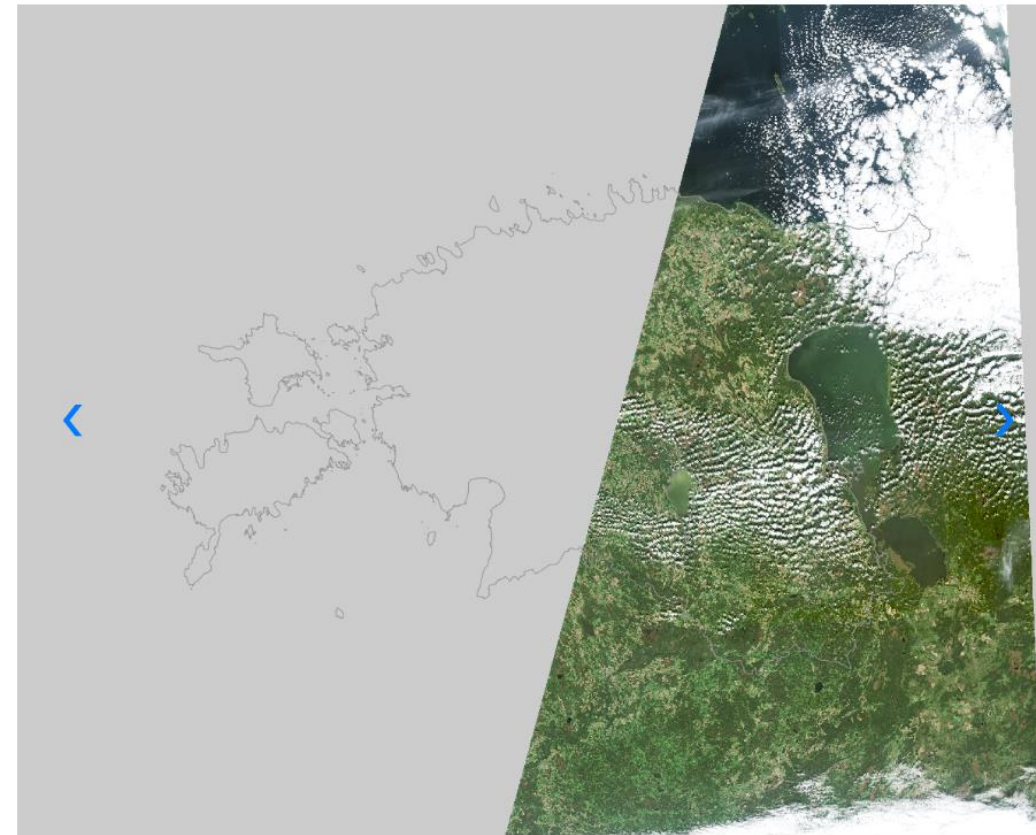
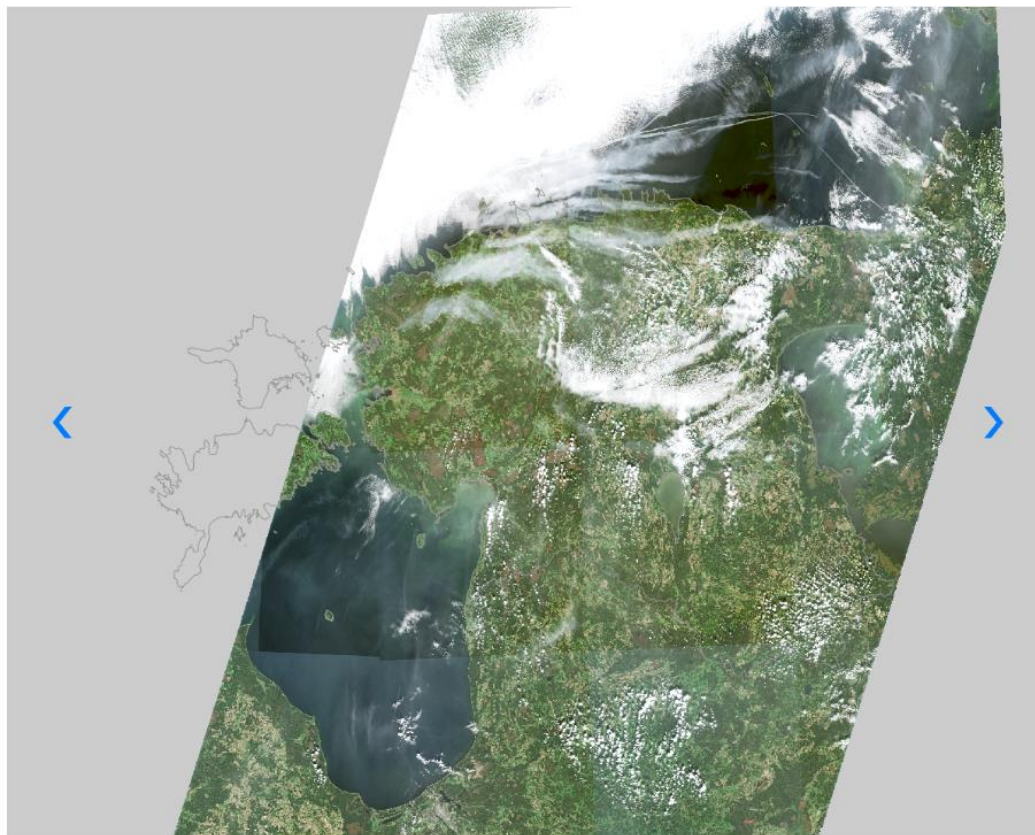
◀ RGB ▶

×

18.09.2023

◀ RGB ▶

×



Maa-ameti satiladu

METSAANDMED

Metsakorraldus on metsanduse valdkond, mis hõlmab metsade majandamise kavandamise ja selleks vajalike andmete kogumist/mõõtmist/hindamist

Korraldatav üksus on **eraldis** - metsa kaardistamise ja kirjeldamise üksus, piisavalt ühetaoline ja terviklik metsaos, mida saab kasutada ühesuguste majandamisvõtete rakendamiseks

Põhilised mõõdetavad / hinnatavad takseertunnused:

- metsa vanus, metsa tagavara, puistu kõrgus, looduslikud väärtused, puistu liigiline koosseis, diameeter, kasvukohatingimused, rinnaspindala jne

- Proovitükk
- Pikslid (10m)
- Eraldised

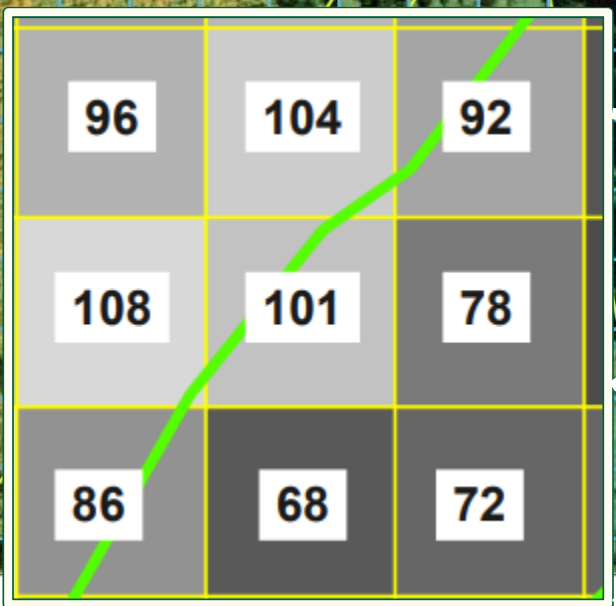
PRT 478

PRT 479

KAUGSEIRE JA METSAAANDMED

Proovitüki andmed

PRT	AASTA	KOOD	KV	ER	MKAASTA	H	KKT	PE	A	PUID
478	2015	MO	MO034	14	2016	21,1	KU	58	85	
479	2015	MO	MO046	7	2015	23,5	ND	KU	47	81
480	2015	MO	MO046	7	2015	24,7	ND	KU	47	93
481	2015	MO	MO046	7	2015	19,7	ND	KU	47	84



Kaugseire andmed

FileTitle	Elev P25	Elev P30	Elev P40	Elev P50	Elev P60	Elev P70	Elev P75	Elev P80	Percentage first r
478	15,46	16,15	17,272	18,03	18,888	19,58	19,87	20,124	74,8
479	3,78	4,34	5,56	6,82	8,1	9,54	10,29	11,29	67,8
480	4,53	5,762	6,456	6,97	8,308	8,726	9,3	9,942	3,71

- Proovitükk
- Pikslid (10m)
- Eraldised

PRT 478

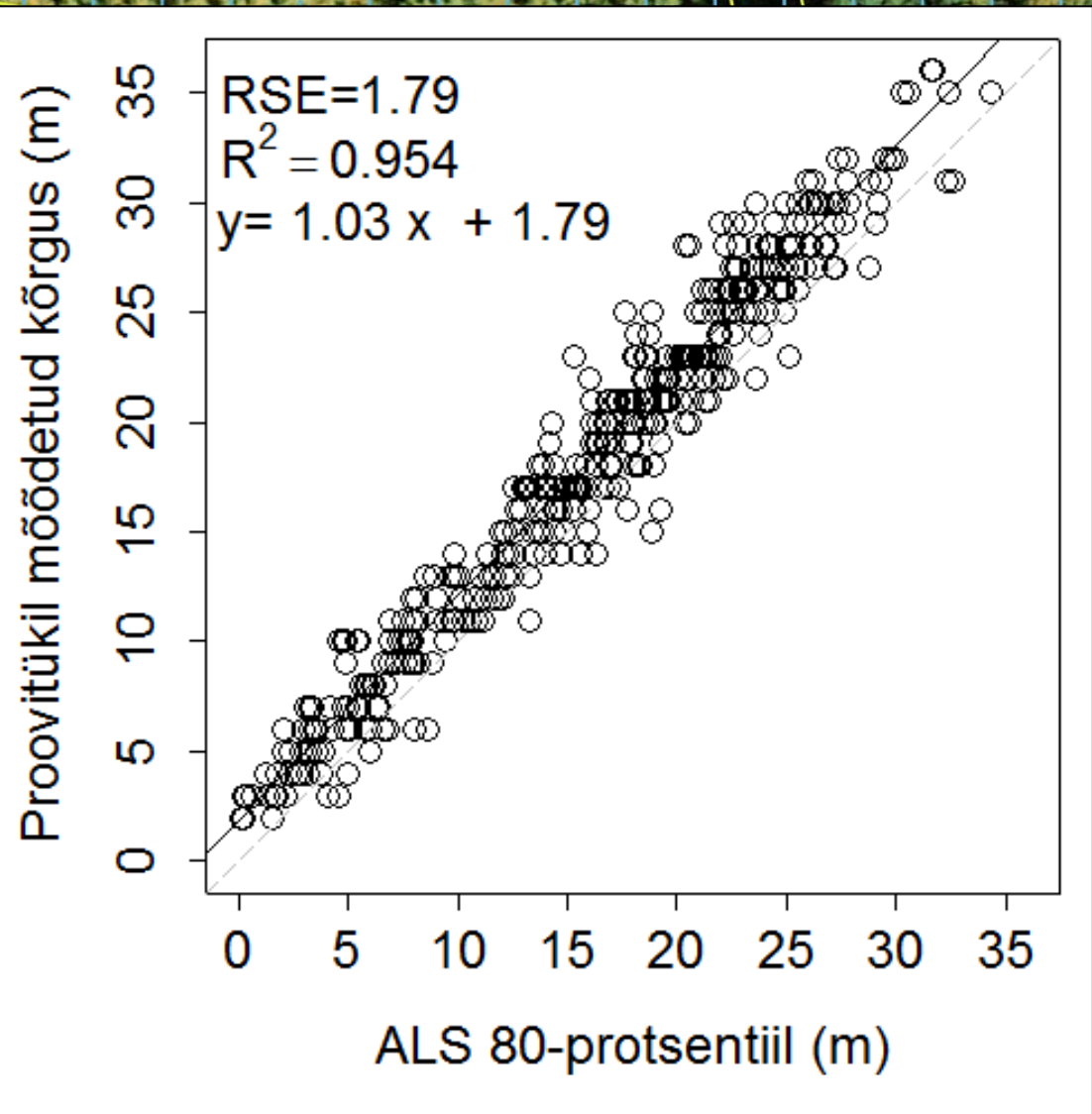
KAUGSEIRE JA METSAANDMED

Proovitüki andmed

PRT	AASTA	KOOD	KV	ER	MKAASTA	H	KK
478	2015	MO	MO034	14	2016	21,1	
479	2015	MO	MO046	7	2015	23,5	ND
480	2015	MO	MO046	7	2015	24,7	ND
481	2015	MO	MO046	7	2015	19,7	ND

Kaugseire andmed

FileTitle	Elev
478	15
479	3
480	4



479

Percentage first r
74,8
67,8
3,71

KAUGSEIRE JA METSAANDMED – MIDA SAAME HINNATA

PUISTU KOOSSEIS

Metsanduslikult ortofotol on lähis-infrapuna kanali abil leht- ja okaspuud erinevat värvi

Ortofotod on head visuaalseks tõlgendamiseks, kuid suurepinnaline kaardistamine on keeruline



PUISTU KOOSSEIS

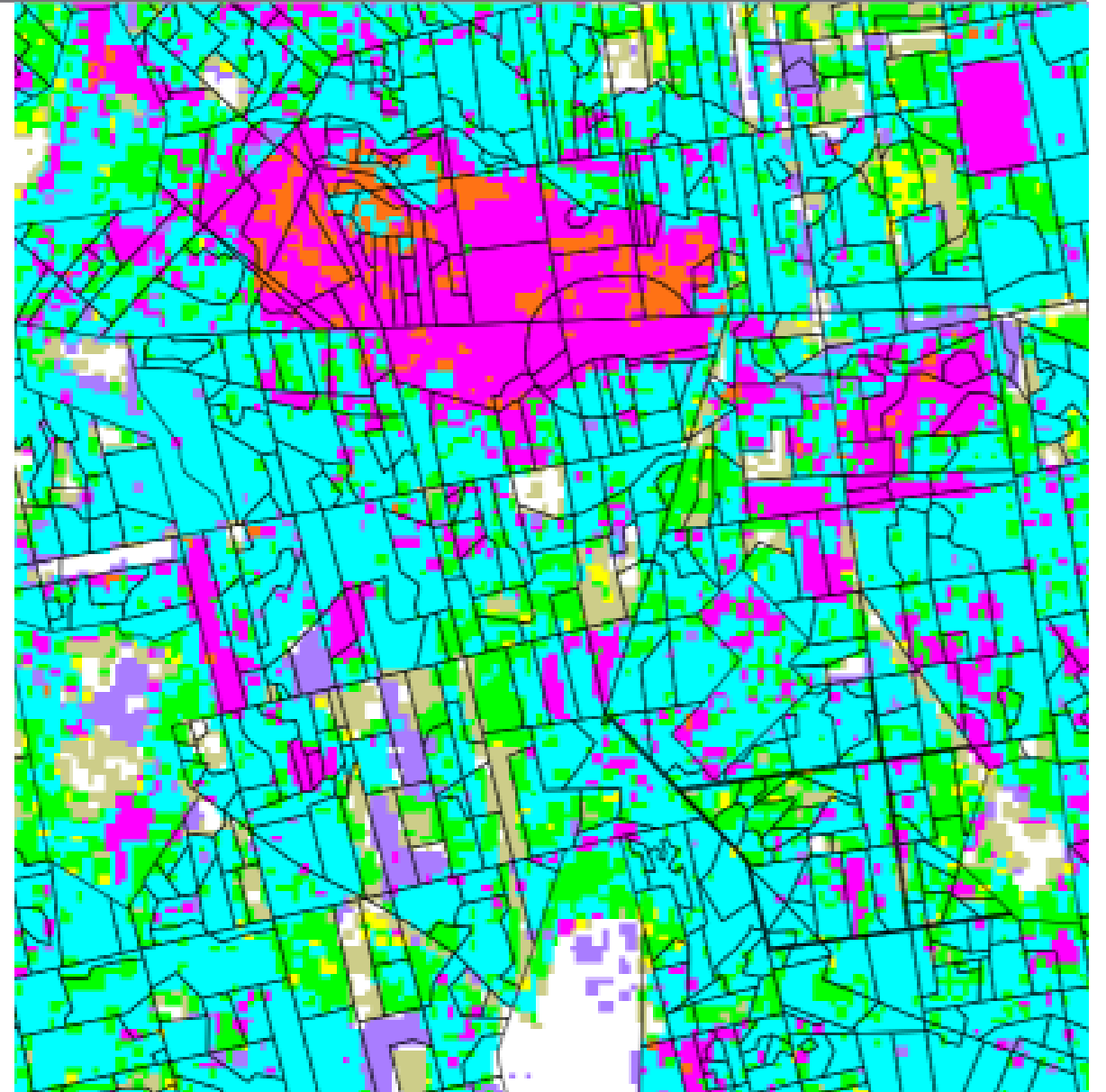
Kasutatakse Sentinel-2 ja Landsat-8 andmeid

Õpetusandmestikuks puht puistud ja lisaks satelliitmõõtmisele on kasutati masinõppe algoritmis mullakaarti

25m rastriga puistu liigilise koosseisu kaart

Omavahel paremini eristatud lehtpuu ja okaspuu, kuid muude liikide omavaheline eristamine vajab olulist tööd

Lang et al. 2018

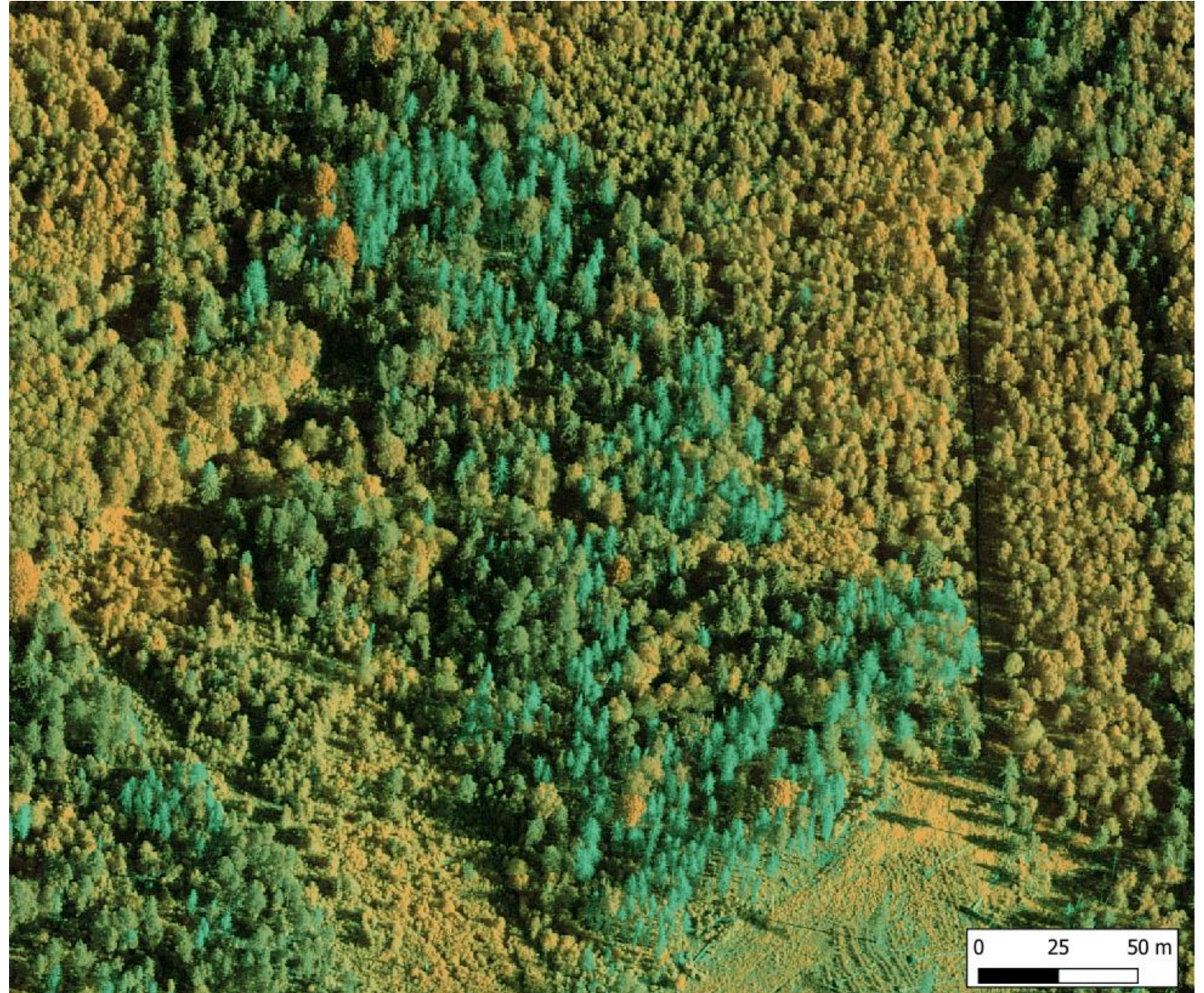


ÜRASKI KAHJUSTUSED

„Valevärvi“ (CIR-NRG)
ortofoto peal eristuvad surnud
kuused sinise värvi järgi

Käsitsi analüüsimiseks väga
hea

Nelja-aastane lennutsükkel ei
luba vahetut kahjustuste
kaardistamist



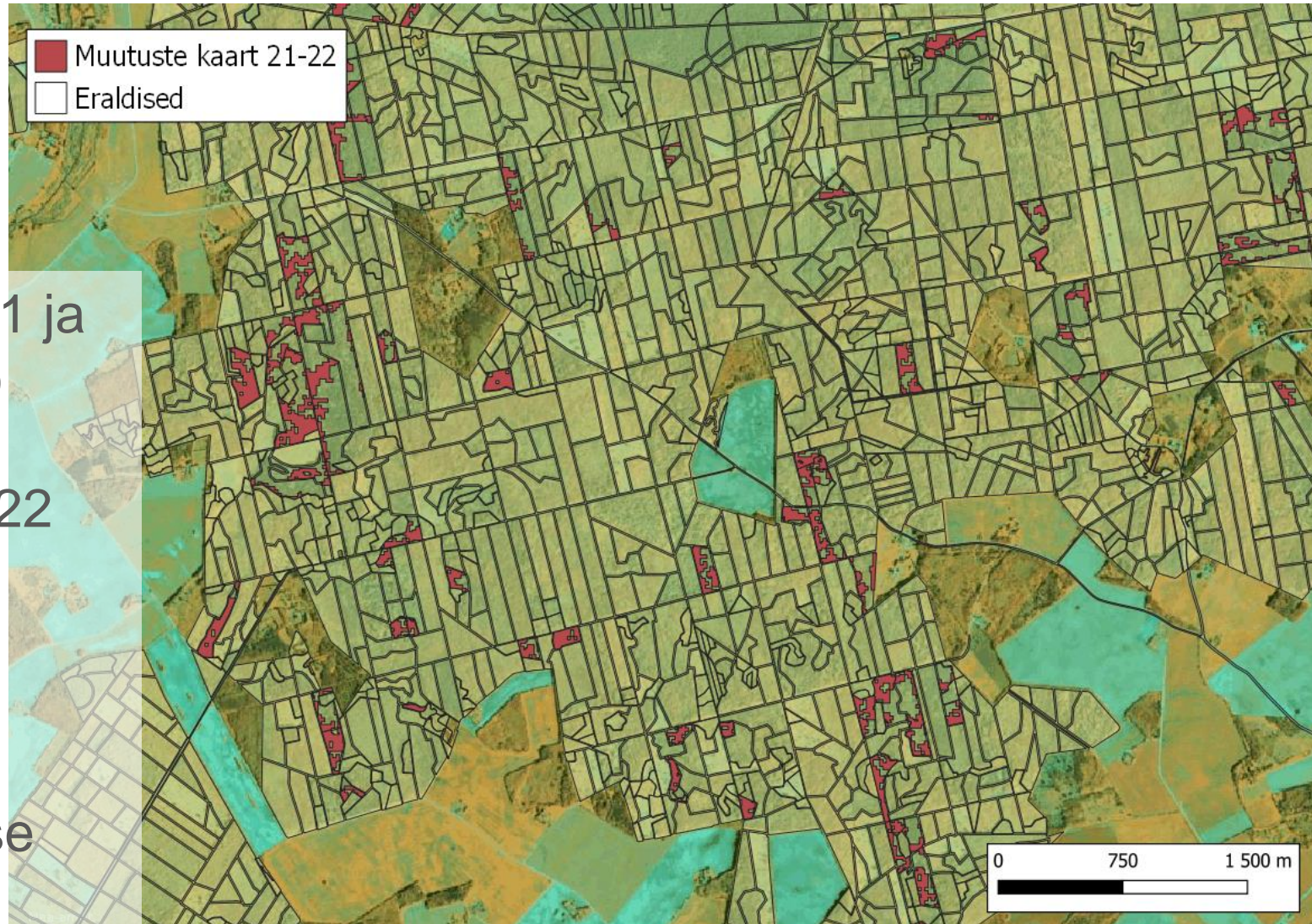
ÜRASKI KAHJUSTUSED

Andmestik Sentinel-2 kanalid 11 ja 12 (SWIR, *short-wave infrared*)

Muutused suvest 2021 kuni 2022

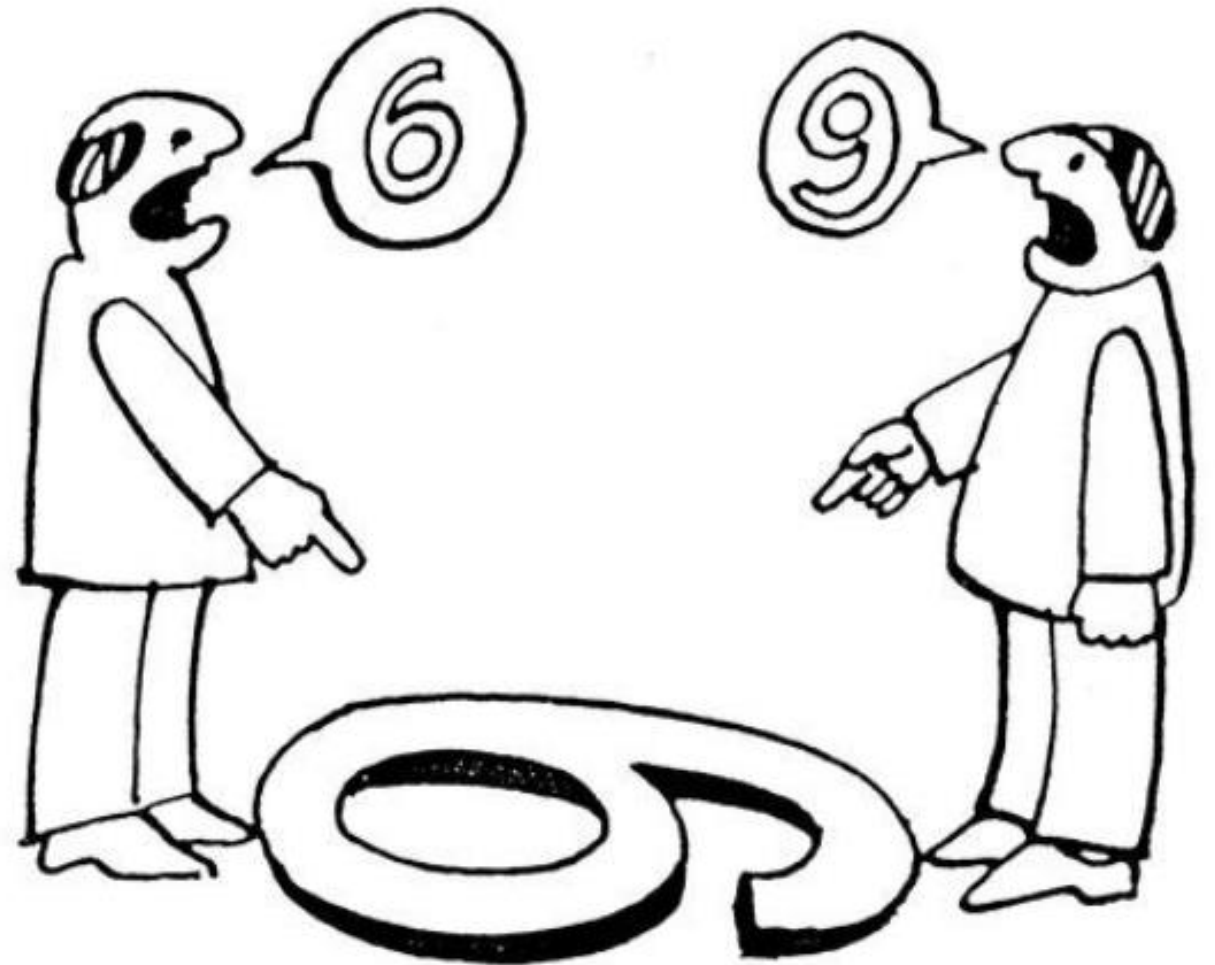
Peamine eesmärk tuvastada muutusi kuusikutes

Üraskikahjustuste kaardistamise hinnangu täpsus ~70%



ÜRASKI KAHJUSTUSED

Kahe pildi võrdluse probleemid:
muutused võivad olla seotud raiete,
kahjustuste, pilditöötuse,
pilvehägu, ajalise või **vaatenurga**
erinevuses

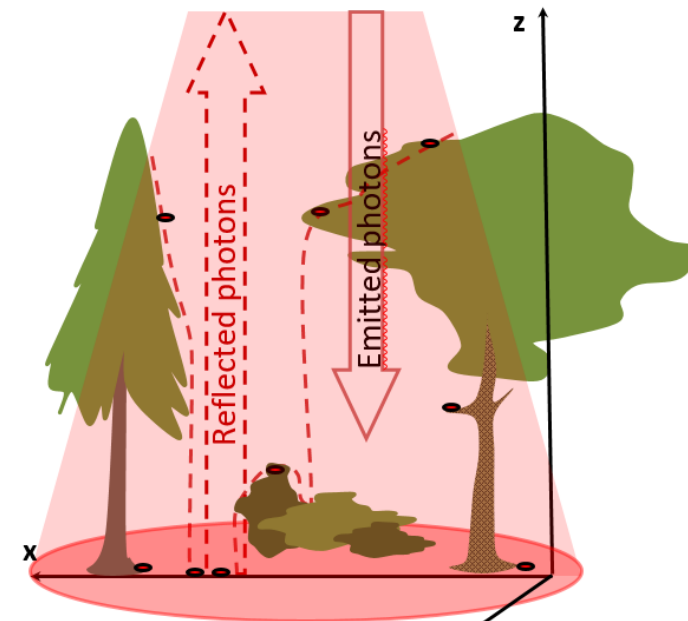
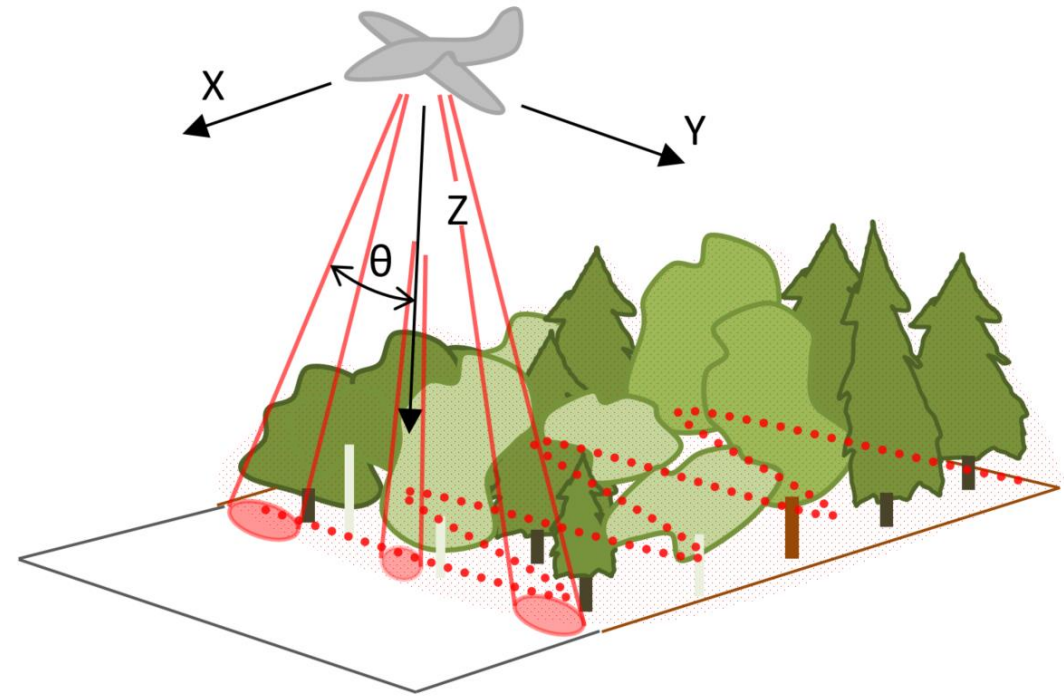


LIDAR

Laserskanner (lidar) kinnitatakse lendavale platvormile

Väljasaadetakse impulss on lähisinfra punase spektris - roheline lehestik poolläbipaistev ja võimalik kirjeldada taimkatte kogu vertikaalset struktuuri

Kolmemõõtmeline punktivõre, kus iga tagasipeegeldunud impulss omandab x, y ja z koordinaadi

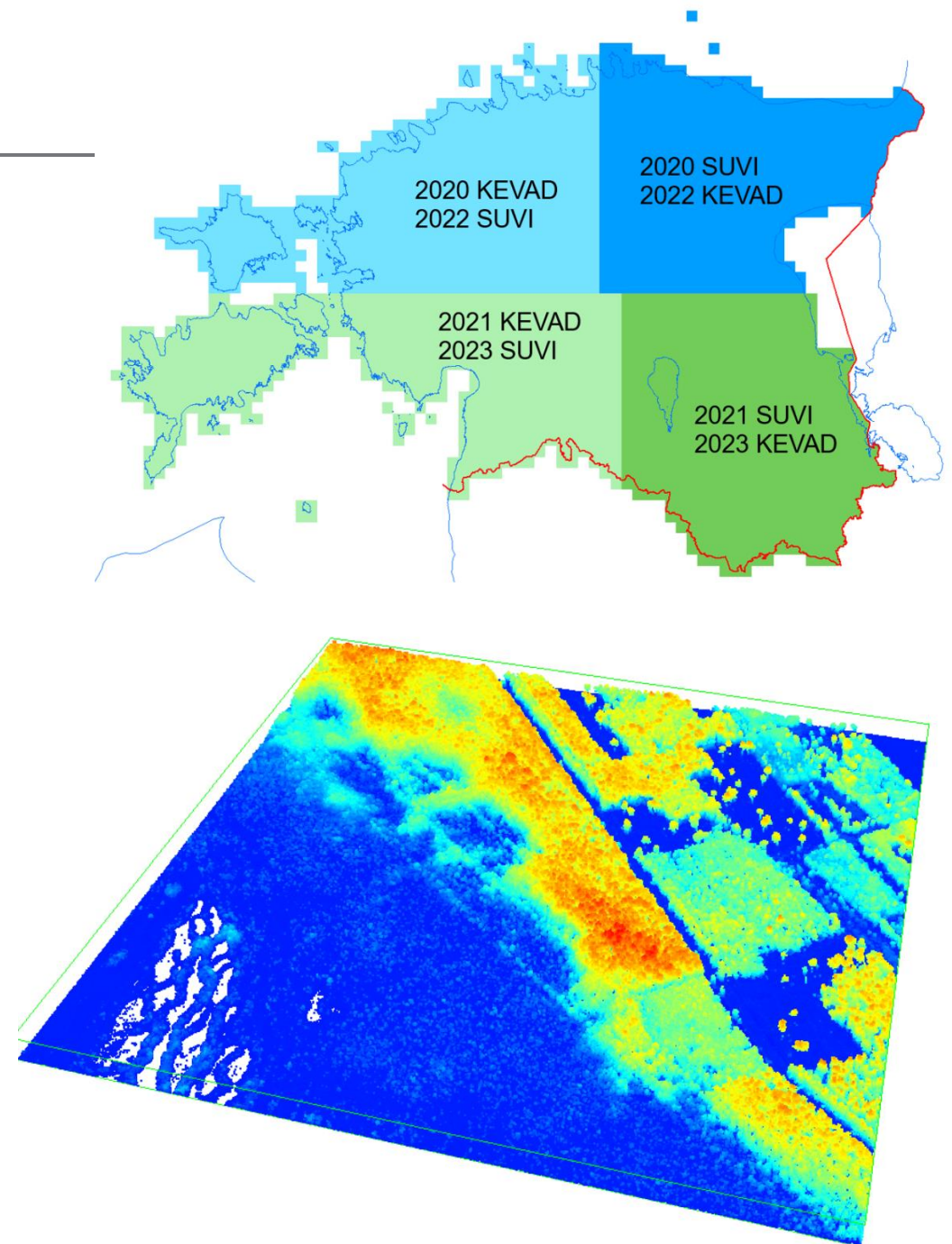


LASERSKANEERIMINE EESTIS

Maa-amet alustas mõõtmisi aastal
2008, kogu Eesti kaetakse nelja-
aastase tsükliga

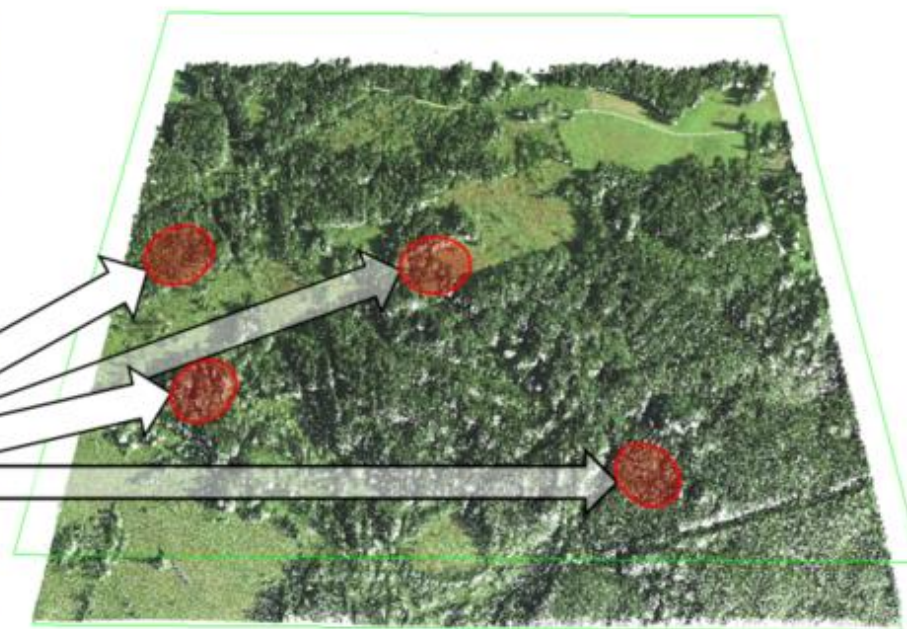
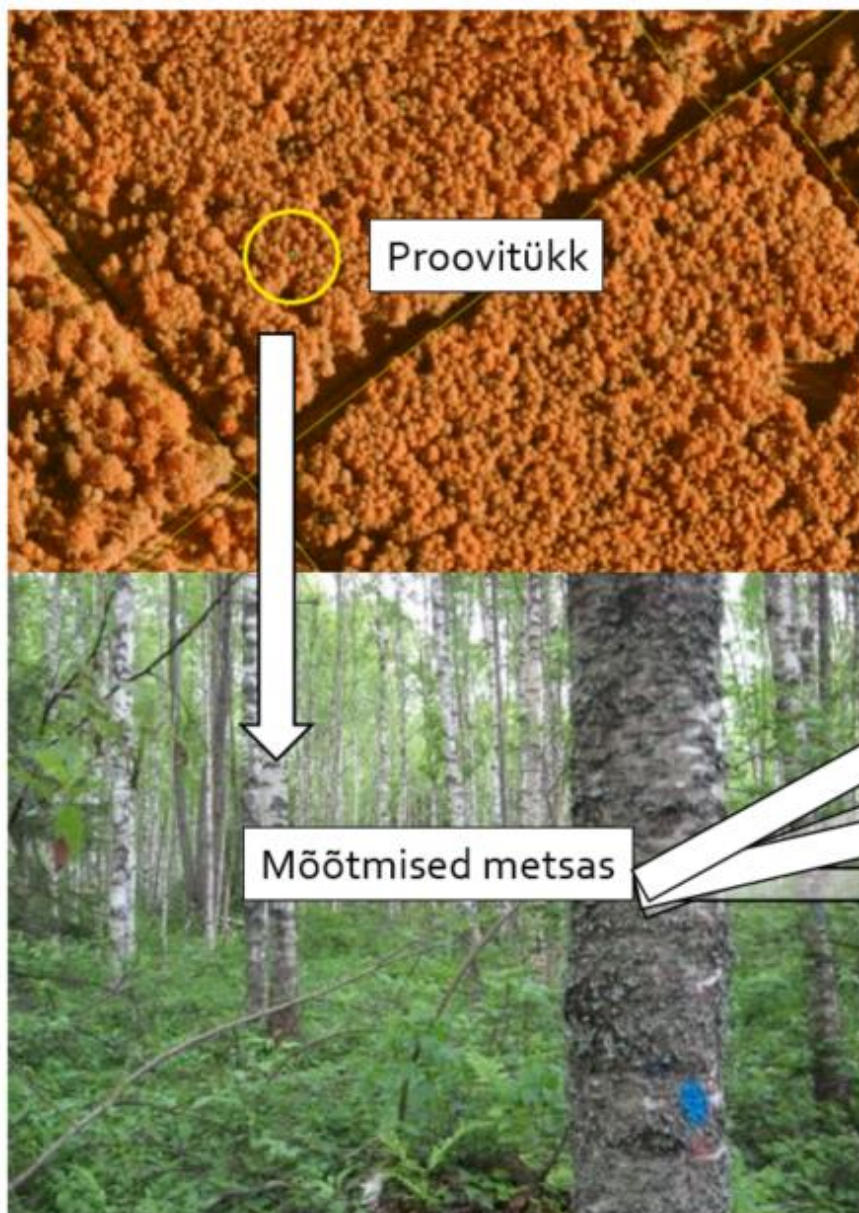
Kogu Eesti kaetud vähemalt kahe
andmekihiga

Kaks lendu aastas - kevadel ja suvel



PUNKTIDE KUIDAS NÄHA ~~PUUDE~~ TAGA METSA?

PROOVITÜKKIDE ANDMED

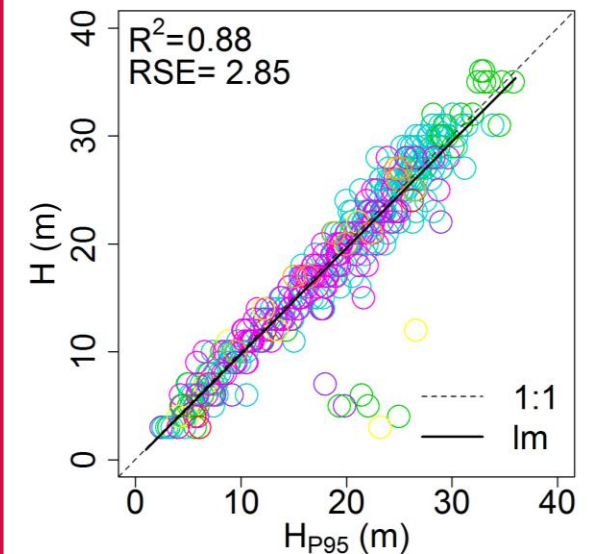
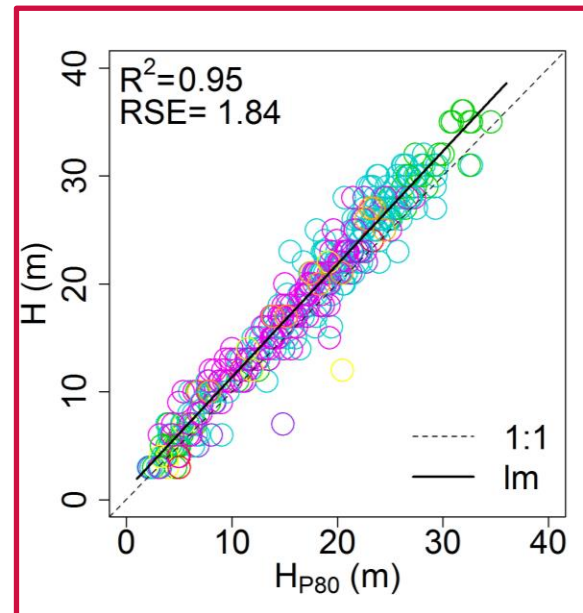
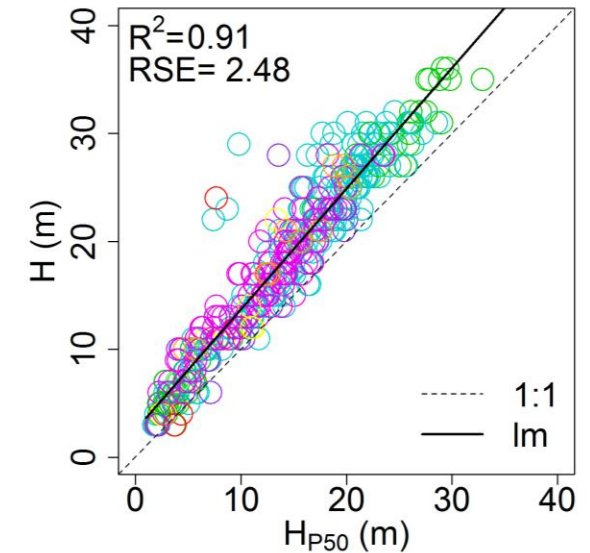
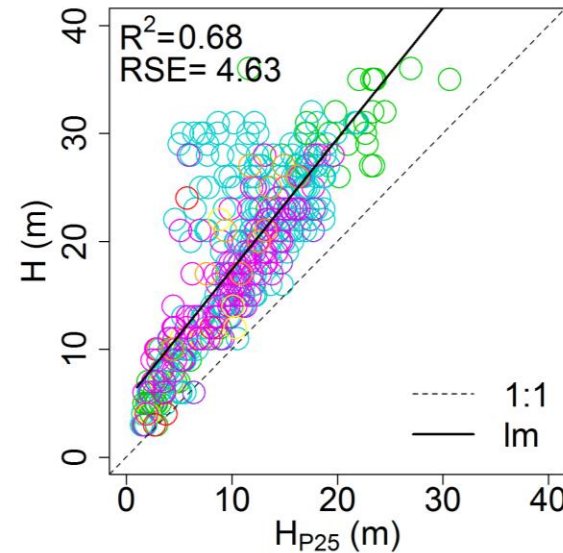


METSA KÕRGUS

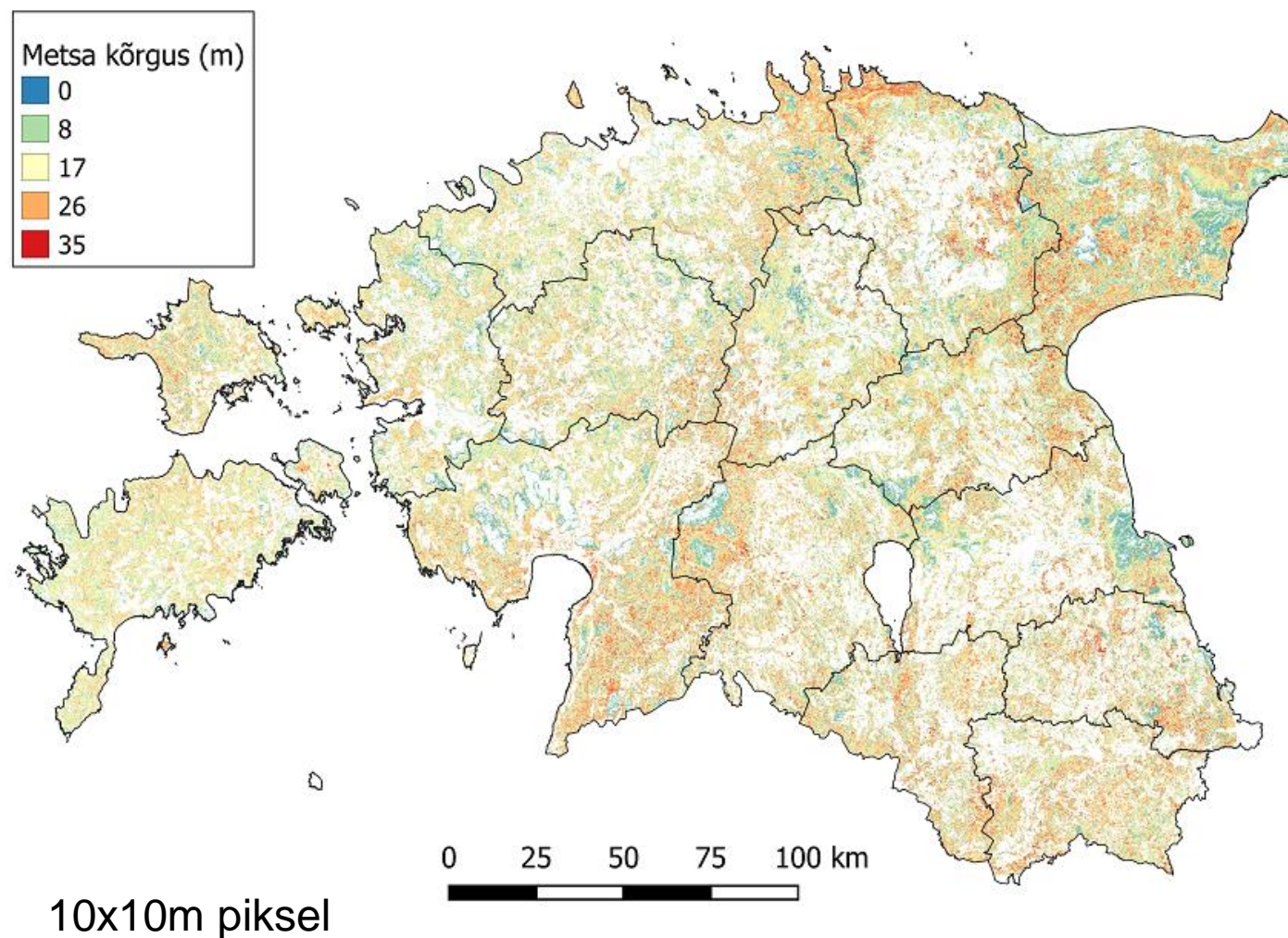
H_{P80} näitas kõige stabiilsemaid hinnanguid ($R^2 > 0.9$; $RSE < 2$ m)

Kõrgushinnangud **ei olnud puuliigist sõltuvad**, kasutades **suviseid ALS** andmeid

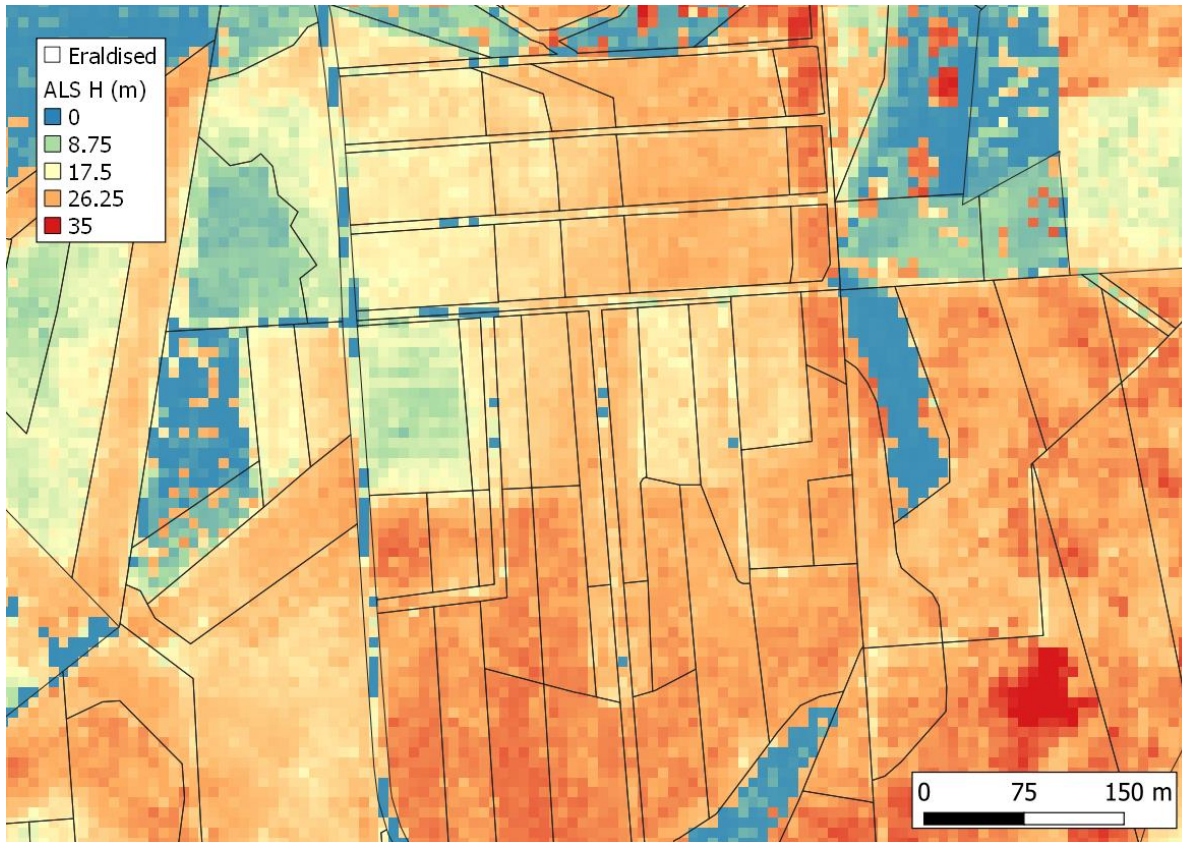
Kevadiste ALS andmete kasutamisel tuleks koostada lehtpuudele ja okaspuudele erinevad mudelid



ÜLE-EESTILINE METSA KÕRGUSE KAAART



ERALDISE KESKMINE KÕRGUS

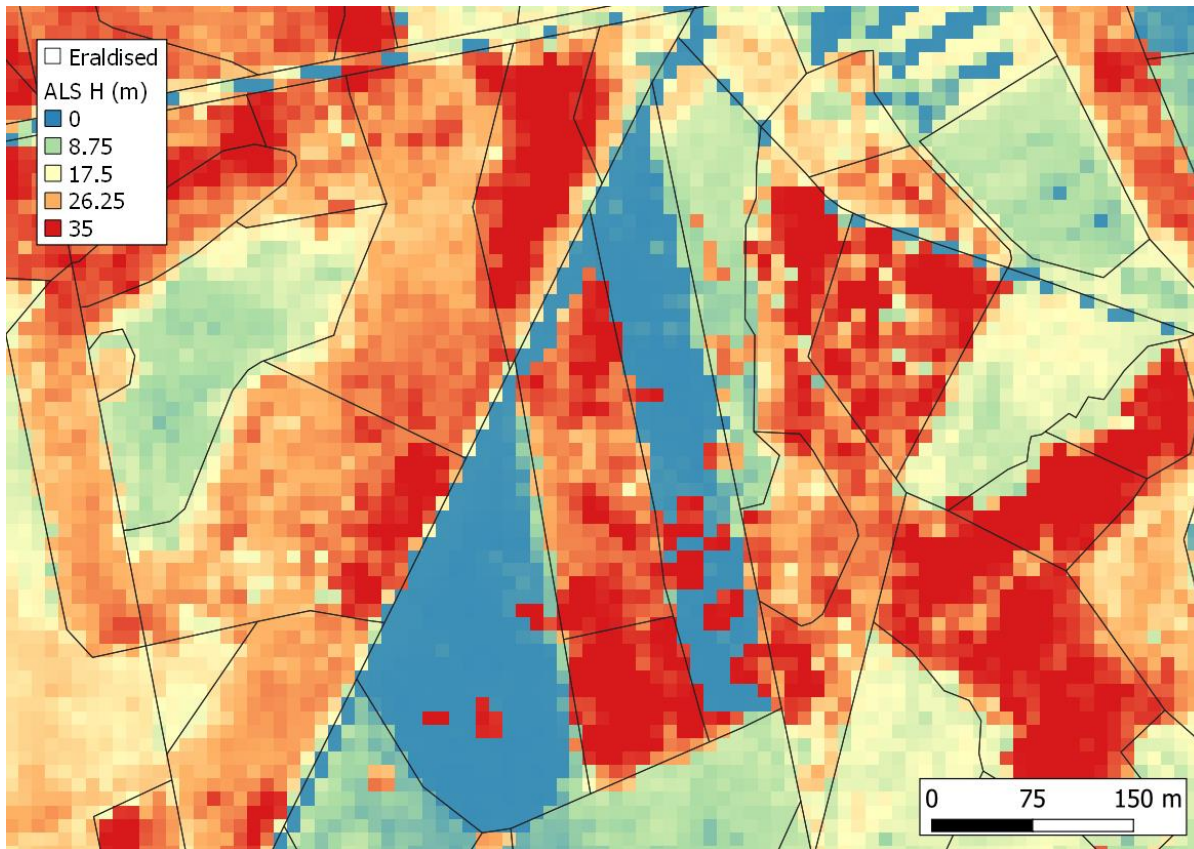


Ühtlase eraldise puhul väga hea korrelatsioon metsas mõõdetuga

I rinde puude kõrgus takseeritud 20, lidari keskmine eraldise kõrgus 22 (takseeritud 2018, lidar 2021)

Ühtlase eraldise puhul toimib väga hästi

ERALDISE KESKMINE KÕRGUS



Ebaühtlase eraldise puhul keeruline määrata ühte kõrgust

Probleem homogeense ala piiritlemisega

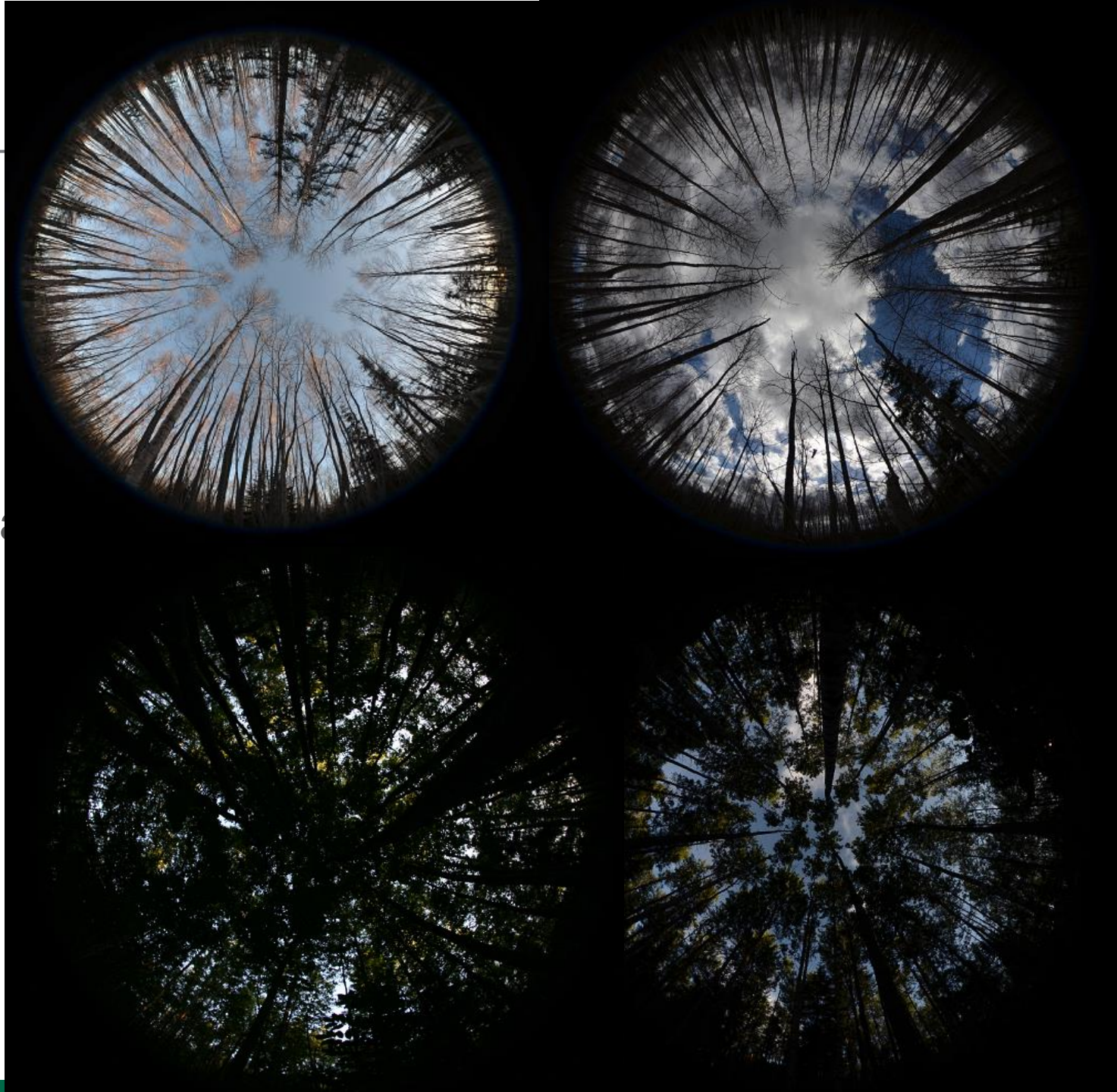
Piirivead, läbi eraldise teed, kraavid, elektriliinid jms

VÕRASTIKU KATVUS

Võrastiku katvus – võrastiku
vertikaalne projektsioon maapinnale
(%)

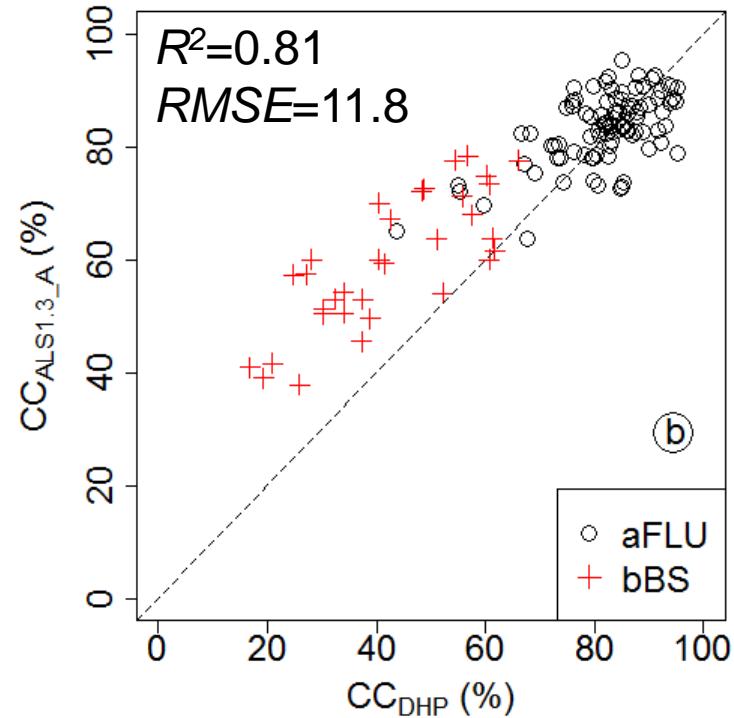
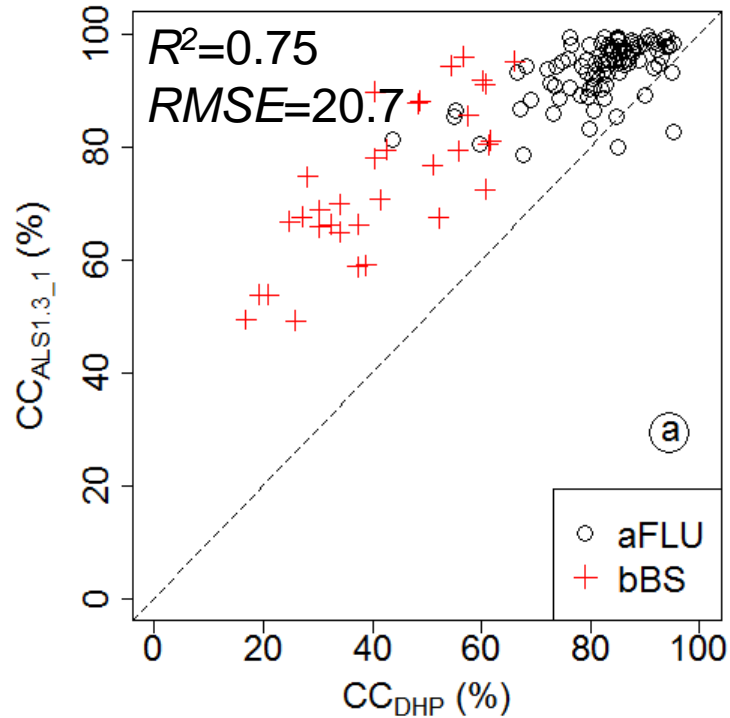
Indikatsioon puistu tihedusest,
seostatud looduslikkusega

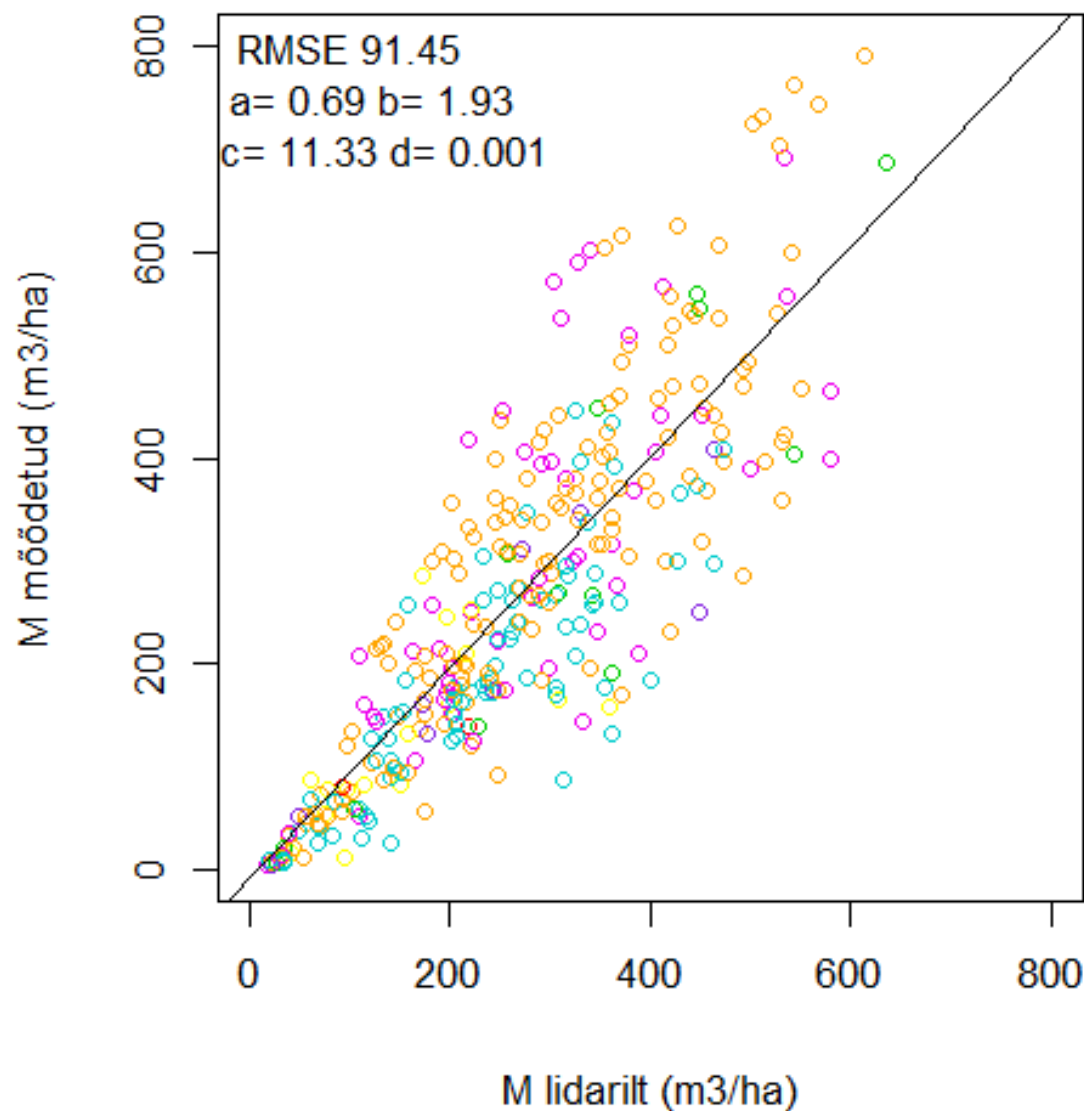
Maapealsed mõõtmised
poolsfääripiltidelt



VÕRASTIKU KATVUS

1,3 m kõrgune nivoo
 Kasutades ainult esimesi
 peegeldusi
 Kasutades kõiki peegeldusi
 Hinnanguviga ~12% võrreldes
 maapealsete mõõtmistega
 poolsfääripiltidelt





KASVAVA METSA TAGAVARA

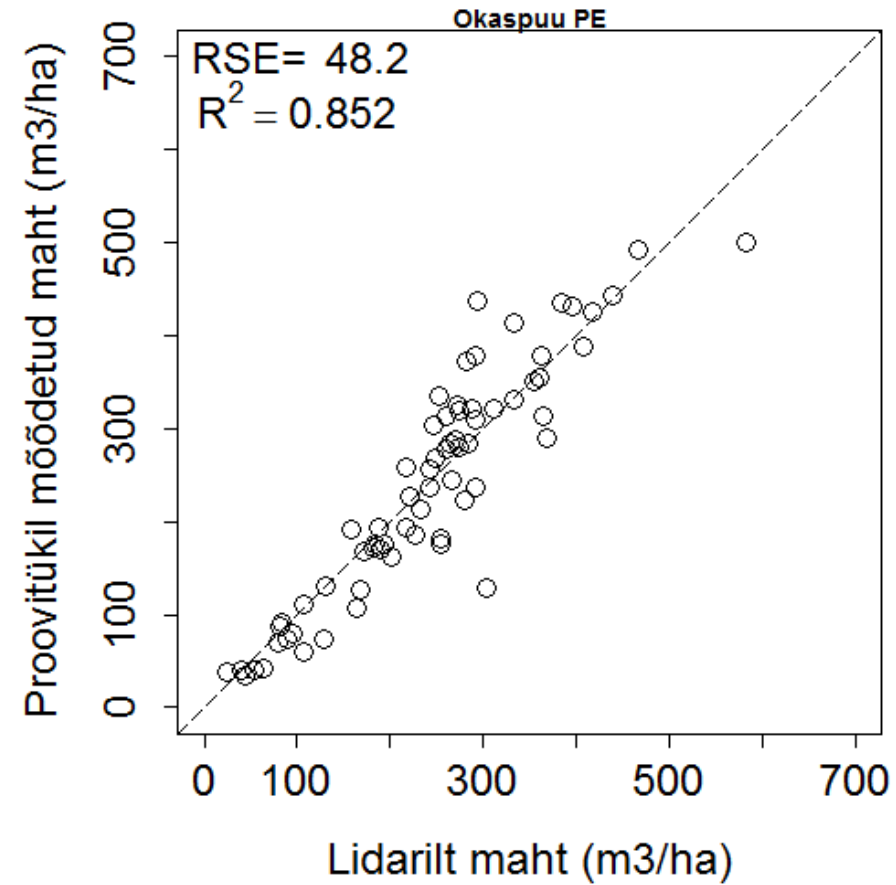
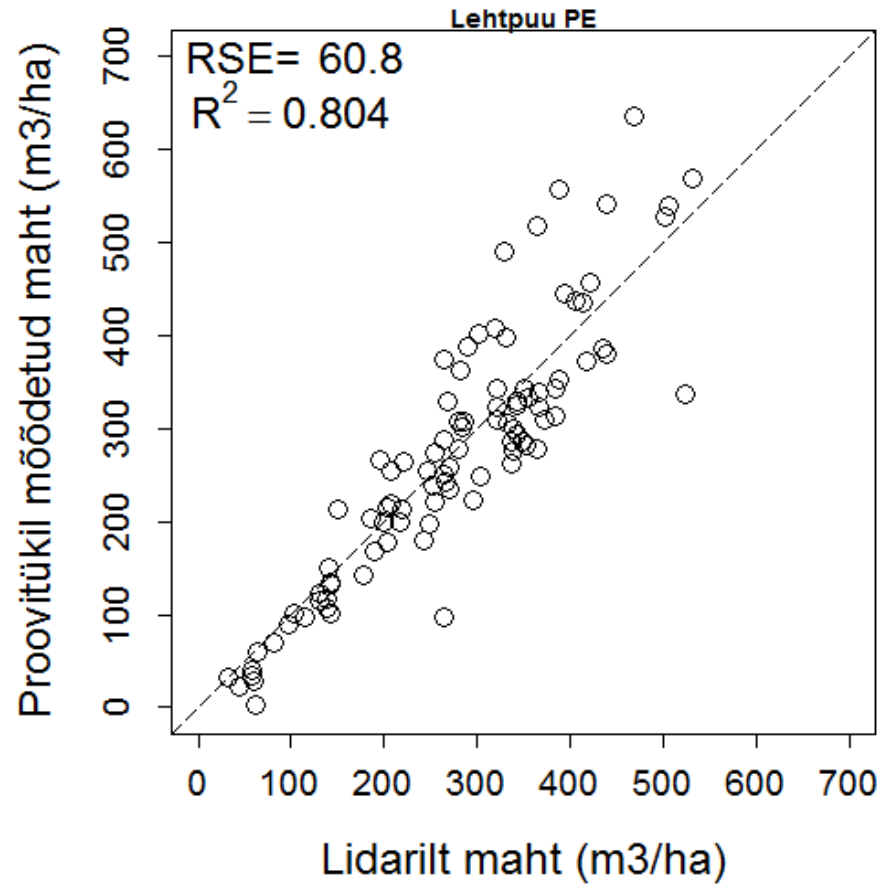
$$V = G \cdot H \cdot F$$

ALS põhine mudel

$$V_{ALS} = (a \cdot H_{P80}^b + c \cdot H_{P25}) \cdot CC_{ALS}^d$$

- H_{P80} – 80 protsentil
- H_{P25} – 25 protsentil
- CC_{ALS} – ALS põhine katvushinnang
- a, b, c ja d – proovitükkidelt lähendatud mudeli parameetrid

KASVAVA METSA TAGAVARA



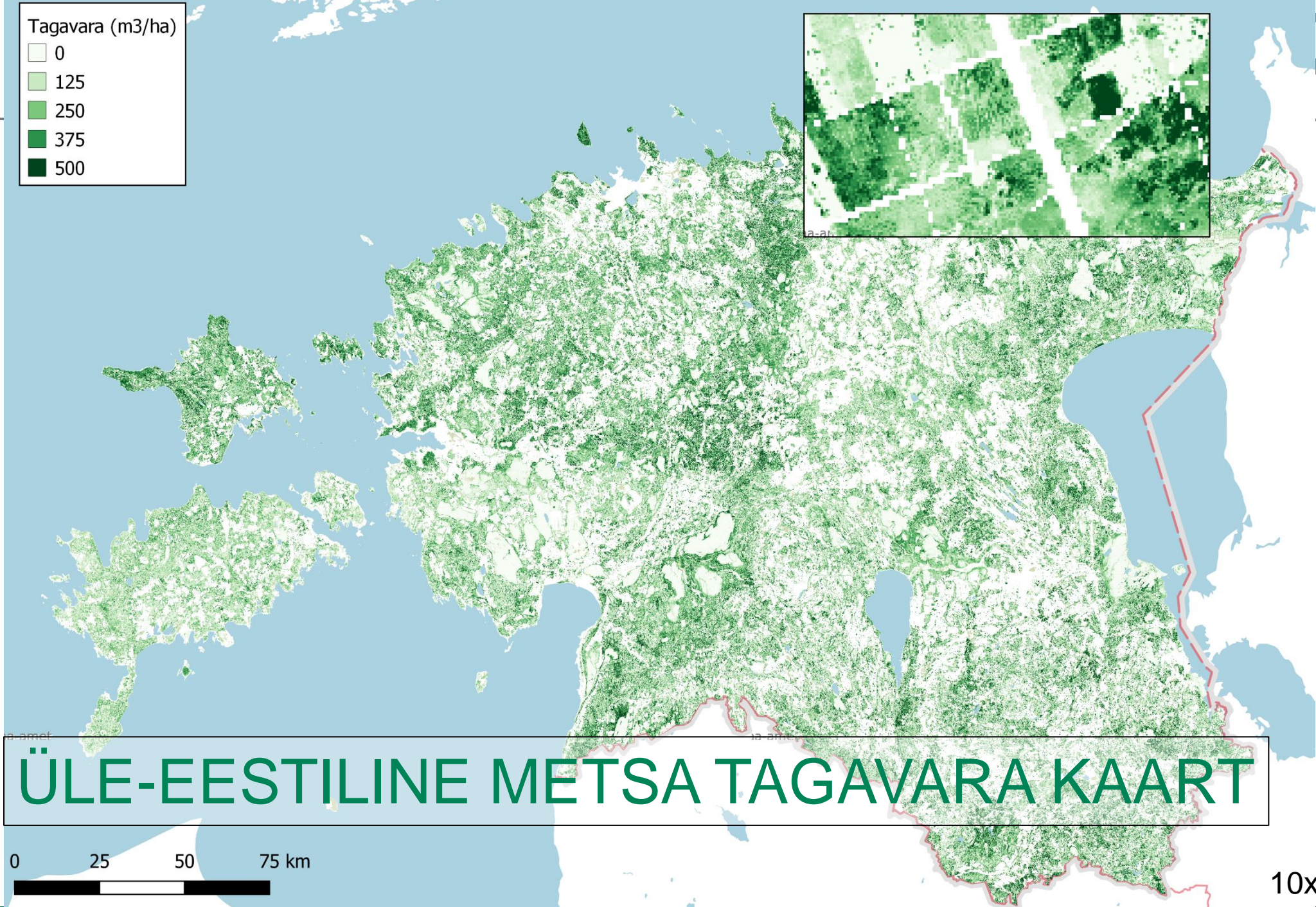
Tagavara (m³/ha)

- 0
- 125
- 250
- 375
- 500

ÜLE-EESTILINE METSA TAGAVARA KAART

0 25 50 75 km

10x10m piksel



ETAK metsamask

RMK



ÜLE-EESTILINE METSA KAART (ETAK)

0 25 50 75 km



Maa-amet

10x10m piksel

METSADE ALTERNATIIVSE HINNANGU ALTERNATIIV

	SMI 2022	Kaugseire
RMK metsamaa pindala	1,08 M ha	1,06 M ha
Teiste omanike metsamaa pindala	1,25 M ha	1,29 M ha
RMK metsamaa tagavara	231,7 M m ³	237,9 M m ³
Teiste omanike metsamaa tagavara	225,0 M m ³	227,8 M m ³
Kokku pindala	2,33 M ha	2,35 M ha
Kokku tagavara	456,7 M m ³	465,7 M m ³

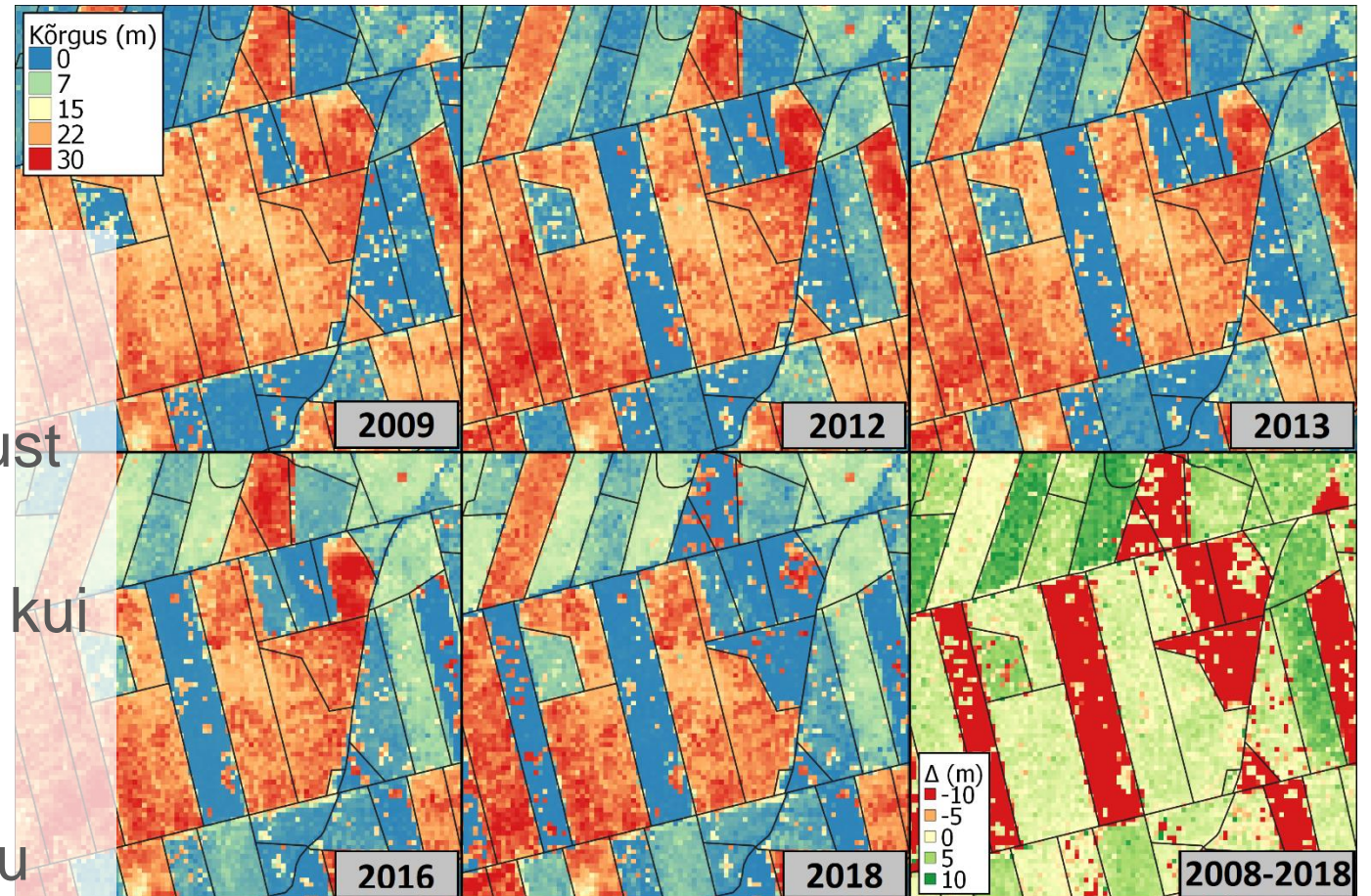
MUUTUSTE TUVASTAMINE

Andmeid kogutud aastast 2008

Võrrelda võimalik kõrgust ja katvust

Võimalik tuvastada nii harvendus kui
lageraieid

Monitoorida metsade kõrguskasvu

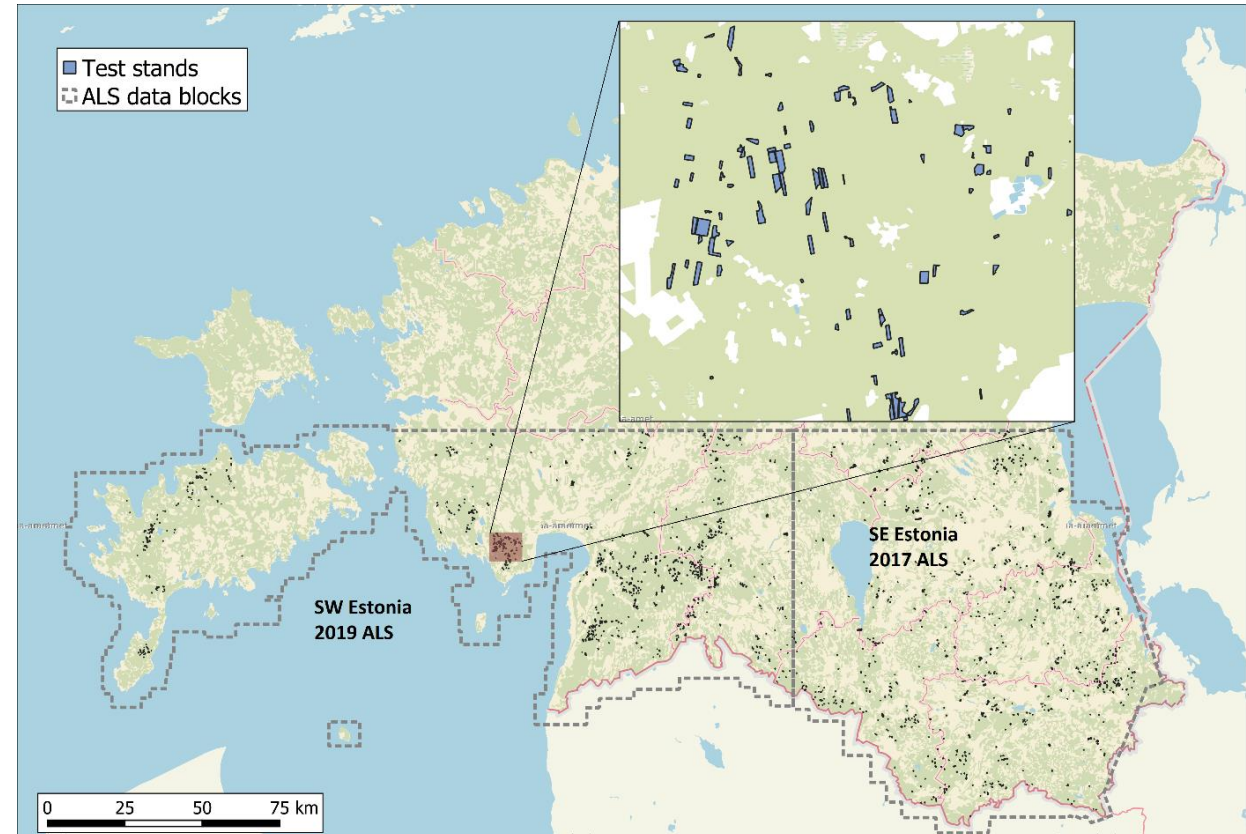


RAIETE PLANEERIMINE

Harvendusraiete planeerimine,
kasutades lidari andmeid ja masinõpet

Õpetusandmestikuks meie enda
harvendusraied

Harvendusraie vajaduse indikaatoriks
on kõrgus ja võrastiku katvus



RAIETE PLANEERIMINE

Thinning necessity

□ No thinning needed

■ Needs thinning

Ennustustäpsus uuringu ja katseala põhjal ligi 90%

Üle-eestilise andmestiku puhul sõltub peaasjalikult õpetusandmestiku suurusest ja variatsioonist

Täpsus ligi 70% ja toimib hästi õpetusandmestiku sarnastes metsades

0 75 150 m

We are here

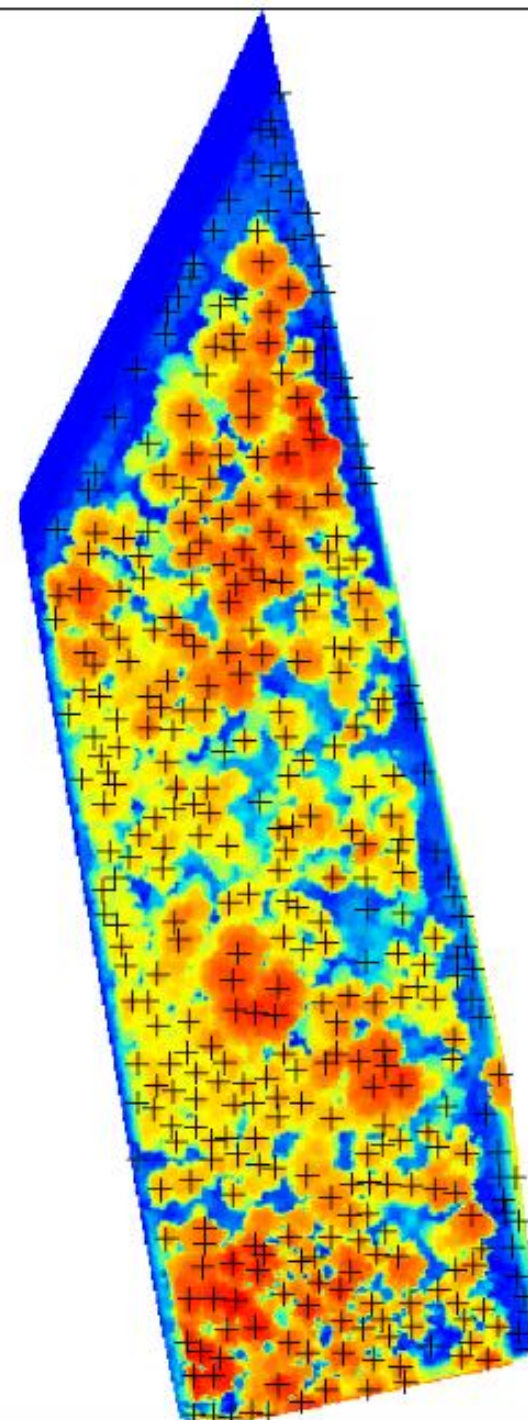


DROONID

Droonilidari andmestik $\sim 150\text{p m}^{-2}$

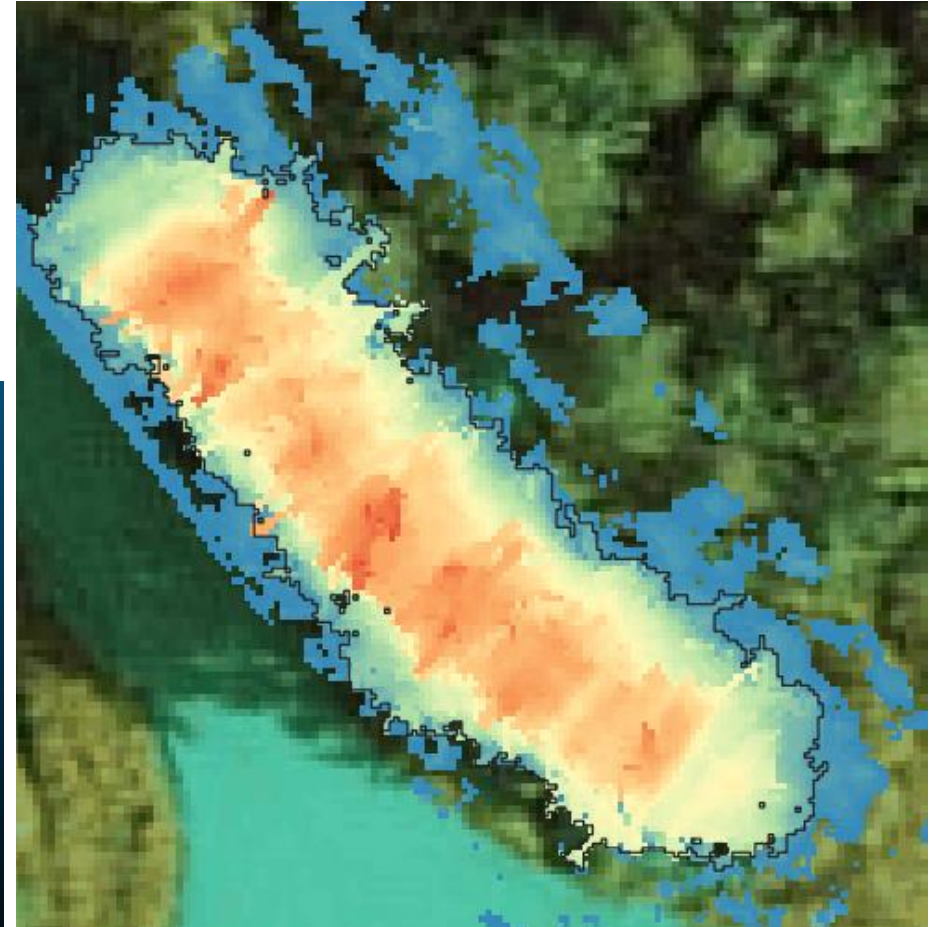
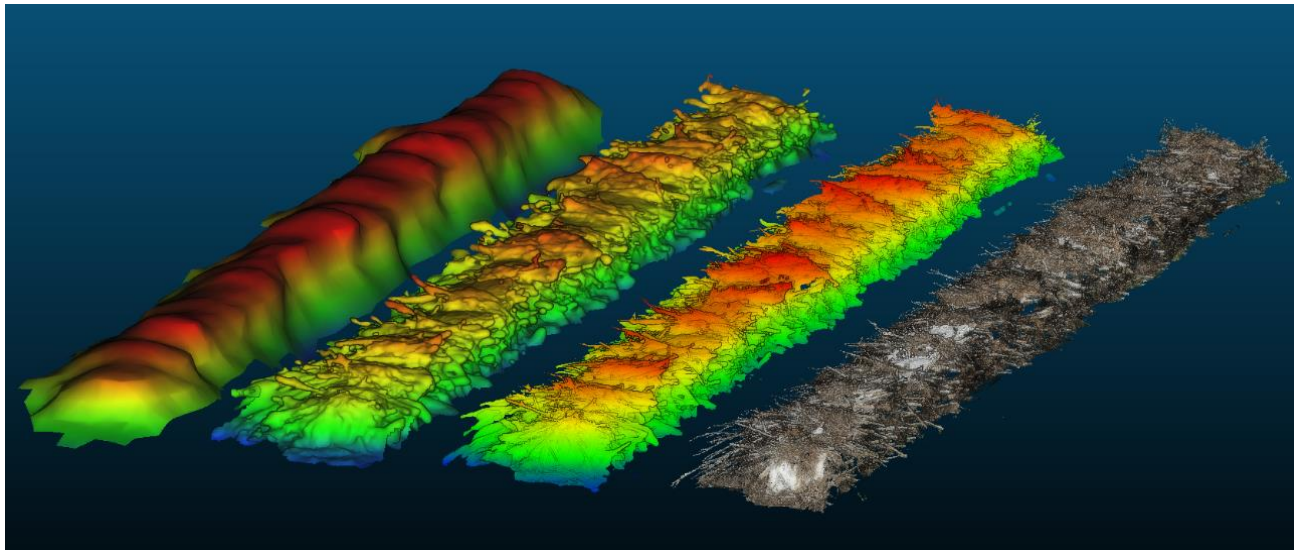
Võimalik kaardistada üksikuid puid

Kui suudaks määrata üksikpuude liigid ja kõrguse, siis võimalik ka hinnata diameetrit



DROONID

Fotogrammeetria abil virnade mahu mõõtmine



KOKKUVÕTE

Üle-eestilised metsa kõrguse ja tagavara kaardid on abimaterjaliks metsataksaatoritel ning võimaldab üleriigilisi ressursihinnanguid

Eraldise põhiseid keskmise kõrguse, tagavara ja ka puistu liigilise koosseisu kohta saab anda usaldusväärseid tulemusi, kui eraldised on homogeenised. Laialdasem kasutamine eeldab metsakorralduseeskirja ja metsaseaduse muutmist

Harvendusraiate planeerimine masinõppe ja liadri andmete põhjal annab lootustandvaid tulemusi

Droonide laialdasem kasutamine eeldab riistvara arengut ja odavnemist

TÄNAN TÄHELEPANU EEST!

Küsimused: tauri.arumae@rmk.ee